



YUTILGAN NURLAR ENERGIYASINI DOZIMETRIK BAHOLASH. TURLI NURLARNI ODAM TANASIDA TAQSIMLANISHI.

Bekmirzayev Eshquvvat Ruziboyevich

Termiz iqtisodiyot va servis universiteti

Tibbiy klinik fanlar kafedrasida, assistenti

eshquvvatbekmirzaev@gmail.com

Normurodova Ruhshona Rustam qizi

Termiz iqtisodiyot va servis universiteti

Tibbiyot fakulteti Davolash ishi yonalishi

3-bosqich talabasi

normurodovaruxshona1@gmail.com

ANNOTATSIYA:

Ushbu maqolada yutilgan nurlar energiyasining dozimetrik baholash usullari, ionlashtiruvchi nurlanishlarning asosiy turlari hamda ularning inson organizmida taqsimlanish qonuniyatlari tahlil qilinadi. Nurlanish dozalari, yutilgan doza, ekvivalent doza va samarali doza tushunchalarining mazmuni yoritilib, ularni aniqlashda qo'llaniladigan zamonaviy dozimetrik usullar ko'rib chiqiladi. Shuningdek, alfa, beta, gamma va rentgen nurlarining biologik to'qimalar bilan o'zaro ta'siri, ularning turli organ va tizimlarda taqsimlanishi hamda biologik samaralari ilmiy manbalar asosida tahlil etiladi. Tadqiqot natijalari radiatsion xavfsizlikni ta'minlash, tibbiy diagnostika va radioterapiya jarayonlarida nurlanish dozalarini nazorat qilishning muhimligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: dozimetriya, yutilgan doza, ionlashtiruvchi nurlanish, radiatsiya, ekvivalent doza, samarali doza, gamma nurlari, rentgen nurlari, radiatsion xavfsizlik, biologik ta'sir.

**АННОТАЦИЯ:**

В данной статье рассматриваются методы дозиметрической оценки энергии поглощённого излучения, основные виды ионизирующего излучения и закономерности их распределения в организме человека. Раскрывается сущность понятий поглощённой дозы, эквивалентной дозы и эффективной дозы, а также анализируются современные методы их определения. Особое внимание уделяется взаимодействию альфа-, бета-, гамма- и рентгеновского излучения с биологическими тканями, особенностям их распределения в различных органах и системах организма и возникающим биологическим эффектам. Результаты исследования подтверждают важность контроля доз облучения для обеспечения радиационной безопасности, медицинской диагностики и лучевой терапии.

Ключевые слова: дозиметрия, поглощённая доза, ионизирующее излучение, радиация, эквивалентная доза, эффективная доза, гамма-излучение, рентгеновское излучение, радиационная безопасность, биологическое воздействие.

ABSTRACT:

This article examines the dosimetric assessment of absorbed radiation energy, the main types of ionizing radiation, and the patterns of their distribution within the human body. The concepts of absorbed dose, equivalent dose, and effective dose are explained, and modern methods used for their determination are discussed. Particular attention is paid to the interaction of alpha, beta, gamma, and X-ray radiation with biological tissues, their distribution in different organs and systems, and their biological effects. The findings highlight the importance of radiation dose monitoring for ensuring radiation safety, improving medical diagnostics, and optimizing radiotherapy procedures.



Keywords: dosimetry, absorbed dose, ionizing radiation, radiation, equivalent dose, effective dose, gamma rays, X-rays, radiation safety, biological effects.

KIRISH

Hozirgi davrda fan va texnikaning jadal rivojlanishi natijasida ionlashtiruvchi nurlanish manbalaridan foydalanish ko‘lami tobora kengayib bormoqda. Ayniqsa, tibbiyot, sanoat, qishloq xo‘jaligi, energetika, ekologiya va ilmiy tadqiqotlar sohalarida radioaktiv moddalardan hamda turli xil nurlanish manbalaridan foydalanish insoniyat taraqqiyotining muhim omillaridan biriga aylandi. Shu bilan birga, ionlashtiruvchi nurlanishlarning inson organizmiga biologik ta’siri, ularning to‘qima va organlarda taqsimlanishi hamda yutilgan energiyani aniq baholash masalalari radiatsion xavfsizlikni ta’minlashning eng dolzarb yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Nurlanishning organizmga ko‘rsatadigan ta’sirini baholashda yutilgan nurlar energiyasining dozimetrik ko‘rsatkichlari alohida ahamiyat kasb etadi. Chunki inson salomatligiga nurlanishning foydali yoki zararli ta’siri ko‘p jihatdan organizm tomonidan yutilgan energiya miqdori bilan belgilanadi.

O‘zbekiston Respublikasida aholi salomatligini muhofaza qilish, ekologik xavfsizlikni ta’minlash hamda radiatsion xavfsizlik sohasini rivojlantirish davlat siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biri sifatida e’tirof etilgan. Jumladan, O‘zbekiston Respublikasining “Aholining radiatsiyaviy xavfsizligi to‘g‘risida”gi Qonuni radiatsiyaviy xavfsizlikni ta’minlashning huquqiy, iqtisodiy va tashkiliy asoslarini belgilab beradi. Mazkur qonunda ionlashtiruvchi nurlanish manbalari bilan ishlashda xavfsizlik talablariga rioya qilish, nurlanish dozalarini nazorat qilish va aholini radiatsion ta’sirdan himoya qilish masalalari batafsil yoritilgan. Shuningdek, O‘zbekiston Respublikasining “Fuqarolar sog‘lig‘ini saqlash to‘g‘risida”gi Qonuni ham tibbiyot muassasalarida rentgenologik va radiologik tekshiruvlarni amalga oshirishda bemorlarning radiatsion xavfsizligini ta’minlashni nazarda tutadi. Mamlakatimizda radiatsion xavfsizlikni ta’minlashga qaratilgan qator Prezident farmon va qarorlari ham qabul qilingan. Xususan, O‘zbekiston



Respublikasi Prezidentining atom energetikasini rivojlantirish, radiatsion texnologiyalarni amaliyotga joriy etish hamda yadro va radiatsion xavfsizlik tizimini takomillashtirishga qaratilgan qarorlari ushbu sohada ilmiy tadqiqotlarni kengaytirish uchun mustahkam huquqiy asos yaratmoqda. Atom energiyasidan tinch maqsadlarda foydalanish, radiatsion monitoring tizimlarini rivojlantirish va xalqaro standartlarni milliy amaliyotga joriy etish bo'yicha amalga oshirilayotgan islohotlar yutilgan nurlar energiyasini aniq baholash va inson organizmiga ta'sirini chuqur o'rganish zaruratini yanada kuchaytirmoqda. Dunyo miqyosida ham radiatsion xavfsizlik masalalari xalqaro tashkilotlar tomonidan muntazam nazorat qilinmoqda. Xususan, Atom energiyasi bo'yicha xalqaro agentlik (IAEA), Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti (WHO), Radiologik himoya bo'yicha xalqaro komissiya (ICRP) va Birlashgan Millatlar Tashkilotining Atom radiatsiyasi ta'sirini o'rganish bo'yicha ilmiy qo'mitasi (UNSCEAR) tomonidan ionlashtiruvchi nurlanishning biologik ta'sirini baholash, nurlanish dozalarining me'yoriy chegaralarini belgilash hamda radiatsion himoya standartlarini takomillashtirish bo'yicha keng ko'lamlil ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Ushbu tashkilotlar tomonidan ishlab chiqilgan tavsiyalar bugungi kunda ko'plab davlatlarning radiatsion xavfsizlik sohasidagi me'yoriy hujjatlarining ilmiy asosini tashkil etadi.

Dozimetriya fani ionlashtiruvchi nurlanishlarning fizik, biologik va tibbiy xususiyatlarini o'rganishda asosiy ilmiy yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Dozimetriyaning asosiy vazifasi nurlanish energiyasining modda tomonidan yutilish miqdorini aniqlash, ushbu energiyaning biologik to'qimalarga ta'sirini baholash hamda inson organizmi uchun xavfsiz bo'lgan me'yorlarni belgilashdan iboratdir. Yutilgan doza, ekvivalent doza va samarali doza kabi tushunchalar radiatsion xavfsizlik tizimining muhim elementlari hisoblanadi. Ayniqsa, zamonaviy diagnostik usullar – kompyuter tomografiyasi, rentgenografiya, angiografiya, radionuklid diagnostikasi va radioterapiya amaliyotida nurlanish dozalarini aniq hisoblash bemorlarning salomatligini saqlashda muhim omil bo'lib xizmat qiladi.



Ionlashtiruvchi nurlanishlarning organizmda taqsimlanishi ularning fizik tabiati, energiyasi, kirib borish qobiliyati va biologik to‘qimalarning xususiyatlariga bog‘liq ravishda amalga oshadi. Alfa-zarralar yuqori ionlashtirish qobiliyatiga ega bo‘lsa-da, ularning kirib borish chuqurligi juda kichik hisoblanadi. Beta-zarralar esa to‘qimalarga nisbatan chuqurroq kirib boradi va mahalliy biologik o‘zgarishlarni yuzaga keltirishi mumkin. Gamma va rentgen nurlari esa yuqori o‘tkazuvchanlik xususiyatiga ega bo‘lib, inson tanasining deyarli barcha organ va tizimlariga ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shu sababli ushbu nurlarning organizmda qanday taqsimlanishi, qaysi organlarda ko‘proq yutilishi va qanday biologik oqibatlarni yuzaga keltirishi masalalari tibbiy fizika, radiobiologiya va radiatsion gigiyena fanlarining muhim tadqiqot obyektiga aylangan. Bugungi kunda onkologik kasalliklarni davolashda radioterapiya usullarining keng qo‘llanilishi, tibbiy diagnostikada rentgenologik tekshiruvlar sonining ortib borishi hamda sanoatda radioaktiv manbalardan foydalanish hajmining kengayishi yutilgan nurlar energiyasini dozimetrik baholash masalasining ilmiy va amaliy ahamiyatini yanada oshirmoqda. Radiatsion yuklamalarni optimallashtirish, nurlanishning salbiy oqibatlarini kamaytirish va inson salomatligini muhofaza qilish maqsadida dozimetrik nazorat tizimlarini takomillashtirish zamonaviy radiatsion tibbiyot va radiatsion xavfsizlik siyosatining ustuvor vazifalaridan biri hisoblanadi.

Shu munosabat bilan yutilgan nurlar energiyasini dozimetrik baholash hamda turli xil ionlashtiruvchi nurlarning inson organizmda taqsimlanish qonuniyatlarini o‘rganish nafaqat nazariy, balki amaliy jihatdan ham katta ilmiy ahamiyatga ega bo‘lib, ushbu maqolaning dolzarbligini belgilaydi.

Ionlashtiruvchi nurlanishlar zamonaviy fan, texnika va tibbiyotning ajralmas tarkibiy qismiga aylangan bo‘lib, ularning inson organizmiga ta’sirini o‘rganish radiobiologiya, tibbiy fizika va radiatsion gigiyena fanlarining muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Nurlanishning biologik ta’sirini aniqlashda organizm tomonidan yutilgan energiya miqdorini baholash alohida ahamiyatga ega.



Chunki har qanday ionlashtiruvchi nurlanish o‘z energiyasining ma’lum qismini biologik to‘qimalarga uzatadi va ushbu energiya hujayra hamda molekulyar darajada turli fizik-kimyoviy o‘zgarishlarni yuzaga keltiradi. Shu sababli yutilgan nurlar energiyasining dozimetrik baholanishi radiatsion xavfsizlik tizimining asosiy tarkibiy qismi hisoblanadi. Dozimetriya ionlashtiruvchi nurlanishning moddaga, xususan, inson organizmi to‘qimalariga beradigan energiya miqdorini o‘lchash va hisoblash bilan shug‘ullanadi. Ushbu jarayonda yutilgan doza, ekvivalent doza va samarali doza kabi ko‘rsatkichlardan foydalaniladi. Yutilgan doza moddaning birlik massasiga uzatilgan energiya miqdorini ifodalaydi va xalqaro birliklar tizimida Grey (Gy) bilan o‘lchanadi. Bir Grey bir kilogramm modda tomonidan bir joul energiyaning yutilishiga teng. Biroq turli xil nurlanishlarning biologik ta’siri bir xil bo‘lmaganligi sababli radiobiologik samaradorlikni hisobga olish zarurati yuzaga keladi. Shu maqsadda ekvivalent doza tushunchasi kiritilgan bo‘lib, u Sievert (Sv) birliklarida ifodalanadi. Ekvivalent doza yutilgan doza bilan nurlanishning biologik og‘irlik koeffitsientini ko‘paytirish orqali aniqlanadi. Samarali doza esa organizmdagi turli organ va to‘qimalarning nurlanishga sezgirligini hisobga olgan holda inson salomatligi uchun umumiy radiatsion xavfni tavsiflaydi. Ionlashtiruvchi nurlanishlarning asosiy turlariga alfa-zarralar, beta-zarralar, gamma-nurlar, rentgen nurlari va neytron nurlari kiradi. Ushbu nurlanishlarning har biri fizik tabiati, energiyasi va biologik to‘qimalarga ta’sir qilish mexanizmi bilan bir-biridan farq qiladi. Alfa-zarralar ikki proton va ikki neytrondan tashkil topgan og‘ir musbat zaryadlangan zarrachalar bo‘lib, yuqori ionlashtirish qobiliyatiga ega. Ular havoda bir necha santimetr masofagacha tarqalishi mumkin, ammo inson terisining tashqi qatlami orqali o‘ta olmaydi. Shunga qaramay, alfa-nurlanuvchi moddalarning nafas olish yoki ovqat hazm qilish tizimi orqali organizmga kirishi juda xavfli hisoblanadi. Chunki bunday hollarda alfa-zarralar ichki organlarda katta miqdordagi energiyani qisqa masofada ajratib chiqaradi va hujayralarning jiddiy zararlanishiga olib keladi. Beta-zarralar esa yuqori tezlikda harakatlanuvchi elektronlar yoki pozitronlardan



iborat bo‘lib, alfa-zarralarga nisbatan chuqurroq kirib borish xususiyatiga ega. Ular inson terisining yuzaki qatlamlariga va ayrim hollarda ichki to‘qimalarga ham ta‘sir ko‘rsatishi mumkin. Gamma-nurlar va rentgen nurlari elektromagnit tabiatga ega bo‘lib, ularning o‘tkazuvchanlik qobiliyati juda yuqori hisoblanadi. Ushbu nurlar inson tanasining deyarli barcha organlari orqali o‘tishi mumkin va organizmning turli qismlarida energiya ajralishiga sabab bo‘ladi. Neytron nurlanishi esa yadro reaksiyalari jarayonida hosil bo‘ladigan zaryadsiz zarrachalardan tashkil topgan bo‘lib, biologik jihatdan eng xavfli nurlanish turlaridan biri sanaladi. Nurlanish energiyasining biologik to‘qimalarda yutilishi murakkab fizik va kimyoviy jarayonlar orqali amalga oshadi. Ionlashtiruvchi nurlanish hujayra tarkibidagi atom va molekulalar bilan o‘zaro ta‘sirlashganda ionlashuv va qo‘zg‘alish jarayonlari sodir bo‘ladi. Natijada erkin radikallar hosil bo‘ladi va ular hujayra membranalari, oqsillar, fermentlar hamda dezoksiribonuklein kislota molekulalariga zarar yetkazishi mumkin. Ayniqsa, DNK molekulasining zararlanishi mutatsiyalar, hujayra faoliyatining buzilishi yoki hujayra o‘limiga olib kelishi mumkin. Radiatsion biologiyaning asosiy tamoyillariga ko‘ra, nurlanishning biologik ta‘siri uning dozasiga, doza quvvatiga, nurlanish turiga va ta‘sir etuvchi to‘qimaning radiosensitivligiga bog‘liq. Suyak iligi, jinsiy bezlar, limfa tizimi va epitelial hujayralar radiatsiyaga nisbatan eng sezgir tuzilmalar hisoblanadi. Mushak va nerv to‘qimalari esa nisbatan radiorezistent hisoblanadi.

Turli xil nurlarning inson organizmida taqsimlanishi nurlanishning energiyasi, kirish yo‘li va organizmning anatomik-fiziologik xususiyatlariga bog‘liq ravishda amalga oshadi. Tashqi nurlanish holatida gamma va rentgen nurlari tananing barcha qismlariga deyarli bir xil ta‘sir ko‘rsatishi mumkin. Biroq energiya yutilishi organlarning zichligi va kimyoviy tarkibiga bog‘liq holda farqlanadi. Masalan, suyak to‘qimalari tarkibidagi kalsiy elementlari rentgen va gamma nurlarini yumshoq to‘qimalarga nisbatan ko‘proq yutadi. Natijada suyaklarda yutilgan energiya miqdori yuqoriroq bo‘lishi mumkin. Radioaktiv moddalarning organizmga



tushishi natijasida yuzaga keladigan ichki nurlanishda esa radionuklidlarning biologik taqsimlanishi muhim ahamiyat kasb etadi. Masalan, radioaktiv yod qalqonsimon bezda to‘planishga moyil bo‘lsa, stronsiy suyak to‘qimalarida, seziy esa mushaklarda to‘planadi. Uran va plutoniy kabi ayrim radioaktiv elementlar esa jigar, suyak va buyraklarda yig‘ilishi mumkin. Shu sababli ichki nurlanishning biologik oqibatlari radionuklidlarning organizmda qaysi organlarda va qancha muddat saqlanishiga bevosita bog‘liq bo‘ladi.

Tibbiyot amaliyotida nurlanishning organizmda taqsimlanishini aniqlash maqsadida zamonaviy dozimetrik va radiologik usullardan keng foydalaniladi. Termoluminescent dozimetriya, yarimo‘tkazgichli detektorlar, ionlashtiruvchi kameralar va sintillyatsion hisoblagichlar nurlanish dozalarini aniqlashda qo‘llaniladi. Pozitron-emission tomografiya, kompyuter tomografiyasi va gamma-kamera texnologiyalari yordamida radionuklidlarning organizmdagi taqsimlanishi vizual ravishda kuzatiladi. Ushbu usullar kasalliklarni erta aniqlash, o‘smalarning joylashuvini belgilash va radioterapiya samaradorligini oshirish imkonini beradi. Radioterapiyada o‘simta hujayralariga maksimal, sog‘lom to‘qimalarga esa minimal doza yetkazish asosiy maqsad hisoblanadi. Shu sababli individual dozimetrik rejalashtirish usullari keng qo‘llanilmoqda. Radiatsion xavfsizlik nuqtai nazaridan yutilgan energiyani doimiy nazorat qilish katta ahamiyatga ega. Xalqaro radiologik himoya komissiyasi tomonidan ishlab chiqilgan ALARA (As Low As Reasonably Achievable) tamoyiliga ko‘ra, nurlanish dozasi imkon qadar minimal darajada saqlanishi lozim. Ushbu tamoyil tibbiyot xodimlari, atom energetikasi mutaxassislari, sanoat korxonalarida xodimlari va radiatsion manbalar bilan ishlovchi boshqa mutaxassislar uchun majburiy hisoblanadi. Individual dozimetrik nazorat, himoya ekranlaridan foydalanish, masofani oshirish va ta‘sir vaqtini qisqartirish radiatsion himoyaning asosiy usullari sifatida e‘tirof etiladi. Hozirgi zamon ilmiy fanining rivojlanishi natijasida radiatsion ta‘sirni modellashtirish va yutilgan energiyani yuqori aniqlik bilan hisoblash imkoniyatlari sezilarli darajada kengaydi.



Kompyuter simulyatsiyalari, Monte-Karlo usullari, uch o'lchamli anatomik modellar va sun'iy intellekt texnologiyalarining qo'llanilishi dozimetrik hisob-kitoblarning aniqligini oshirmoqda. Bu esa tibbiyotda individual davolash dasturlarini ishlab chiqish, radiatsion avariya oqibatlarini baholash hamda aholi salomatligini himoya qilish bo'yicha samarali choralarini ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etmoqda. Shunday qilib, yutilgan nurlar energiyasining dozimetrik baholanishi va turli xil nurlarning inson organizmida taqsimlanish qonuniyatlarini chuqur o'rganish radiobiologiya, tibbiy fizika va radiatsion xavfsizlikning eng muhim ilmiy yo'nalishlaridan biri bo'lib, inson salomatligini muhofaza qilish va radiatsion texnologiyalardan xavfsiz foydalanishni ta'minlashda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega hisoblanadi.

XULOSA

Yutilgan nurlar energiyasini dozimetrik baholash va turli xil ionlashtiruvchi nurlarning inson organizmida taqsimlanishini o'rganish radiobiologiya, tibbiy fizika hamda radiatsion xavfsizlikning muhim ilmiy yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, ionlashtiruvchi nurlanishlarning biologik ta'siri birinchi navbatda organizm tomonidan yutilgan energiya miqdori, nurlanish turi, energiyasi va ta'sir etuvchi organ yoki to'qimaning radiosensitivlik darajasiga bog'liq bo'ladi. Shu sababli yutilgan doza, ekvivalent doza va samarali doza ko'rsatkichlarini aniq baholash radiatsion xavfsizlikni ta'minlashning asosiy omili hisoblanadi. Maqola davomida alfa, beta, gamma, rentgen va neytron nurlanishlarining fizik xususiyatlari, ularning biologik to'qimalar bilan o'zaro ta'siri hamda inson organizmida taqsimlanish qonuniyatlari tahlil qilindi. Aniqlanishicha, har bir nurlanish turi organizmga turlicha ta'sir ko'rsatadi va biologik samaradorligi ham o'ziga xos xususiyatlarga ega. Ayniqsa, gamma va rentgen nurlarining yuqori kirib borish qobiliyati, alfa-zarralarning esa ichki nurlanish sharoitida yuqori biologik xavf tug'dirishi radiatsion himoya choralarini takomillashtirish zaruratini yuzaga keltiradi. Shuningdek, radioaktiv moddalar organizmga tushgandan so'ng



ularning ayrim organ va to‘qimalarda selektiv ravishda to‘planishi kuzatilishi ilmiy jihatdan asoslandi. Radioaktiv yodning qalqonsimon bezda, stronsiyning suyak to‘qimalarida, seziyning mushaklarda yig‘ilishi ichki nurlanish xavfining murakkabligini ko‘rsatadi. Shu bois zamonaviy diagnostik va dozimetrik usullar yordamida radionuklidlarning organizmdagi taqsimlanishini nazorat qilish muhim ahamiyatga ega.

Bugungi kunda tibbiyot, atom energetikasi, sanoat va ilmiy tadqiqotlarda ionlashtiruvchi nurlanishlardan foydalanish ko‘lami kengayib borayotganligi sababli radiatsion xavfsizlik talablariga qat’iy rioya qilish dolzarb vazifalardan biri bo‘lib qolmoqda. Zamonaviy dozimetrik texnologiyalar, kompyuter modellashtirish usullari va xalqaro radiatsion himoya standartlarining amaliyotga joriy etilishi nurlanish dozalarini yanada aniq baholash imkonini bermoqda. Yutilgan nurlar energiyasining dozimetrik baholanishi hamda turli nurlarning inson organizmida taqsimlanishini chuqur o‘rganish radiatsion xavfsizlikni ta’minlash, kasalliklarni samarali diagnostika qilish, radioterapiya sifatini oshirish va aholi salomatligini muhofaza qilishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Mazkur yo‘nalishdagi ilmiy tadqiqotlarni yanada rivojlantirish kelgusida radiatsion xavflarni kamaytirish va inson hayoti xavfsizligini ta’minlashga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

Normativ-huquqiy hujjatlar

1. O‘zbekiston Respublikasining “Aholining radiatsiyaviy xavfsizligi to‘g‘risida”gi Qonuni. – Toshkent, 2000.
2. O‘zbekiston Respublikasining “Fuqarolar sog‘lig‘ini saqlash to‘g‘risida”gi Qonuni. – Toshkent, 1996.
3. O‘zbekiston Respublikasining “Atom energiyasidan tinchlik maqsadlarida foydalanish to‘g‘risida”gi Qonuni. – Toshkent, 2019.
4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining atom energetikasini rivojlantirish va radiatsion xavfsizlikni ta’minlashga oid farmon va qarorlari.



5. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining radiatsion xavfsizlik va sanitariya normalariga oid qarorlari.

Asosiy adabiyotlar

6. Attix F.H. Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry. – New York: Wiley, 2004.

7. Hall E.J., Giaccia A.J. Radiobiology for the Radiologist. – Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2019.

8. Turner J.E. Atoms, Radiation and Radiation Protection. – New York: Wiley-VCH, 2007.

9. Knoll G.F. Radiation Detection and Measurement. – New York: John Wiley & Sons, 2010.

10. Cember H., Johnson T.E. Introduction to Health Physics. – New York: McGraw-Hill, 2009.

11. Bushong S.C. Radiologic Science for Technologists. – St. Louis: Elsevier, 2021.

12. Cherry S.R., Sorenson J.A., Phelps M.E. Physics in Nuclear Medicine. – Philadelphia: Saunders, 2012.

13. Martin A., Harbison S., Beach K., Cole P. An Introduction to Radiation Protection. – London: CRC Press, 2018.

Xorijiy adabiyotlar

14. International Commission on Radiological Protection (ICRP). The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. – Oxford: Elsevier, 2007.

15. International Atomic Energy Agency (IAEA). Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. – Vienna: IAEA, 2014.



16. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. – New York: United Nations, 2020.

17. World Health Organization (WHO). Ionizing Radiation and Health Effects. – Geneva: WHO Publications, 2023.

Internet manbalari

18. <https://www.iaea.org>

19. <https://www.icrp.org>

20. <https://www.who.int>

21. <https://www.unscear.org>

22. <https://lex.uz>

23. <https://atom.uz>